

## СОДЕРЖАНИЕ СЫРОГО ПРОТЕИНА В ЗЕРНЕ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

**В.И. БЛОХИН**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-5604-0154,

E-mail: bvikazan@bk.ru

**И.Ю. НИКИФОРОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0003-4313-2401,

E-mail: irina220169@mail.ru

**И.С. ГАНИЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-9925-0178,

E-mail: irinaganieva1984@mail.ru

**М.А. ЛАНОЧКИНА**, научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-5609-5529,

E-mail: lmar2701@mail.ru

**Ю.В. МАЛАФЕЕВА**, научный сотрудник ORCID: 0000-0001-7461-381X,

E-mail: malxp@mail.ru

**А.А. АСКАРОВА**, младший научный сотрудник ORCID: 0000-0003-0364-9780

### ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН

*Цель исследований – формирование сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя, возделываемых в условиях Предкамской зоны республики Татарстан в 2016-2023 гг. Корреляционным анализом выявлена достоверная на 1% уровне значимости зависимость содержания сырого протеина в зерне от гидротермических показателей межфазных периодов «всходы-колошение», «колошение-полная спелость» и периода вегетации: положительная средняя от среднесуточной температуры воздуха  $r=0,39/0,67/0,68$ ; отрицательная средняя и сильная от суммы осадков  $r=-0,55/-0,47/-0,71$  и от индекса ГТК  $r=-0,55/-0,47/-0,74$ , соответственно. В статье представлены средние сортовые значения содержания сырого протеина в зерне в зависимости от года изучения. Достоверно высокое среднее сортовое значение данного показателя отмечено в 2021 г. в условиях экстремальной засухи (14,84%), достоверно низкое значение - в 2017 г. во влажных условиях (10,92%). Среднее сортовая разница в содержании сырого протеина в зерне в контрастных условиях периода вегетации составила 3,92%. Доля влияния года на содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составила 68,4%. В сортовом разрезе, достоверно высокими средними значениями содержания сырого протеина в зерне характеризовались сорта Раушан, Нур и Лаишевский (13,73;13,61;13,55% соответственно), достоверно низким – сорт Эндан (12,63%). Коэффициент вариации содержания сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя изменялся в пределах от 5,5% у сорта Эндан до 17,8% у сорта Нур. Линия тренда содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан находилась на одном уровне, в то время как линия содержания сырого протеина в зерне сорта Нур находилась в восходящем тренде в зависимости от изменения индексов ГТК периодов вегетации. Таким образом установлены межсортовые различия в реакции на изменения индексов ГТК периода вегетации.*

**Ключевые слова:** яровой ячмень, сорт, зерно, сырой протеин, гидротермические показатели, корреляция, линия тренда.

**Для цитирования:** Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С., Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В., Аскарлова А.А. Содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):88-96. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-88-96

## CRUDE PROTEIN CONTENT IN GRAIN OF SPRING BARLEY VARIETIES

**V.I. Blokhin, I.Y. Nikiforova, I.S. Ganieva, M.A. Lanochkina,  
Yu.V. Malafeeva, A.A. Askarova**

**Abstract:** *The aim of the research is the formation of crude protein in the grain of spring barley varieties cultivated in the conditions of the Predkamsk zone of the republic of Tatarstan in 2016-2023. Correlation analysis revealed a reliable at 1% significance level dependence of crude protein content in grain on hydrothermal indicators of interphase periods "sprouting - sprinkling", "sprinkling - full ripeness" and the growing season: positive average from the average daily air temperature  $r=0.39/0.67/0.68$ ; negative average and strong from the sum of precipitation  $r=-0.55/-0.47/-0.71$  and from the hydrothermal coefficient (HTC) index  $r=-0.55/-0.47/-0.74$ , respectively. The article presents the varietal mean values of crude protein content of grain as a function of the year of study. Significantly high varietal mean value of this index was observed in 2021 under extreme drought conditions (14.84%,) and significantly low value was observed in 2017 under wet conditions (10.92%). The average varietal difference in the crude protein content of grain in contrasting conditions of the growing period amounted to 3.92%. The share of the influence of year on the crude protein content in the grain of spring barley varieties amounted to 68.4%. In the varietal section, reliably high average values of crude protein content in grain were characterized by varieties Raushan, Nur and Laishevsky (13.73/13.61/13.55%, respectively), reliably low - Endan variety (12.63%). The coefficient of variation of crude protein content in grain of spring barley varieties varied from 5.5% in Endan variety to 17.8% in Nur variety. The trend line of crude protein content in the grain of Endan variety was at the same level, while the line of crude protein content in the grain of Noor variety was in an upward trend depending on the change in HTC indices of vegetation periods. Thus, inter-variety differences in response to changes in HTC indices of the vegetation period were established.*

**Keywords:** spring barley, variety, grain, crude protein, hydrothermal parameters, correlation, trend line.

### Введение

Для агропромышленного комплекса республики Татарстан яровой ячмень – основная зернофуражная культура в кормлении сельскохозяйственных животных. Одним из главных критериев кормовой ценности зерна является содержание сырого протеина. Анализ литературных источников свидетельствует, что содержание последнего в зерне ярового ячменя обусловлено широким спектром агротехнических приёмов. При возделывании ярового ячменя в одинаковых агроэкологических условиях межсортовая разница в содержании сырого протеина в зерне составляет 1,4-1,9% [1, 2]. По данным А.Ю. Гавриловой с соавторами и Noskova E.N. et al. внесение органоминеральных и полных минеральных удобрений увеличивает содержание сырого протеина в зерне ячменя на 2,89-3,70% [3, 4]. По оценкам ряда исследователей [5, 6, 7] среди вышеперечисленных агротехнических приёмов, предопределяющих содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя на долю сорта приходится 7,5...35,2...54,6%, на долю минеральных удобрений – 6,9...28,7...78,2%.

Однако ключевая роль в формировании сырого протеина в зерне ярового ячменя принадлежит гидротермическим условиям периода вегетации. Последние по оценкам О.Л. Шайтанова с соавторами в РТ претерпевают существенные изменения под влиянием глобального потепления климата [8]. По данным автора снижение суммы осадков за период активной вегетации в сочетании с повышением среднесуточных температур воздуха ведёт к снижению гидротермического коэффициента (ГТК). Линия тренда ГТК за период 1979-2016 гг. сместилась из области слабо засушливых и вошла в область засушливых лет. По данным О.А. Юсовой, П.Н. Николаева доля влияния гидротермических условий периода вегетации на содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя составляет 90,7% [9]. О.Б. Батаковой с соавторами в условиях Архангельской области и О.А. Юсовой с соавторами в зоне южной лесостепи Западной Сибири выявлена положительная сильная зависимость содержания сырого протеина в зерне ярового ячменя от среднесуточных температур воздуха периода вегетации ( $r=0,71-0,94$  соответственно) [10, 11]. А.В. Парамонов с соавторами установили

отрицательную среднюю и сильную зависимость содержания сырого протеина в зерне ярового ячменя от ГТК периода вегетации ( $r = -0,63-0,84$  соответственно) [12].

Если в вопросе о влиянии среднесуточной температуры воздуха и ГТК межфазных периодов на содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя достигнут консенсус, то о влиянии суммы осадков в научных публикациях приведены диаметральные данные. И.Ю. Зайцева с соавторами при изучении коллекционных образцов ярового ячменя в условиях Волго-Вятского региона (г. Киров) установили, что 98,0% колебаний содержания сырого протеина в зерне ярового ячменя обусловлено колебаниями суммы осадков межфазного периода «колошение-полная спелость» [13]. При этом авторы выявили сильную положительную зависимость содержания сырого протеина от суммы осадков ( $r=0,99$ ) данного межфазного периода. По данным С.Н. Зюба [14] в условиях Белгородской области содержание белка в зерне ярового ячменя на 67,7% так же зависело от изменения количества осадков в межфазный период «колошение-полная спелость», но при этом автор выявил сильную отрицательную зависимость содержания сырого протеина от суммы осадков ( $r=-0,82$ ) данного межфазного периода.

**Цель исследований** – содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя, возделываемых в условиях Предкамской зоны республики Татарстан.

#### **Материал и методы исследований**

Экспериментальная работа проводилась в 2016-2023 гг. на опытных полях Татарского НИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, расположенных в Предкамской зоне РТ. Исходным материалом послужило зерно 9 сортов ярового ячменя: Камашевский, Орлан, Нур, Раушан, Тимерхан, Эндан, Лаишевский, Вакула, Тевкеч. Технология возделывания общепринятая для РТ. В период вегетации отмечали календарные даты наступления и окончания основных фенологических фаз развития растений: «всходы», «колошение», «полная спелость». Содержание сырого протеина в зерне определяли по ГОСТ 13496.4-2019 (Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина). Использовали титриметрический метод определения азота по Кьельдалю. Массовую долю сырого протеина в испытуемой пробе ( $X_2$ , %) вычисляли по формуле;  $X_2 = 6,25 \times X_1$ , где 6,25 – коэффициент пересчёта общего содержания азота на сырой протеин,  $X_1$  – массовая доля азота в сухом веществе испытуемой пробы, %. Метеорологические данные предоставлены метеостанцией ТатНИИСХ, расположенной в с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района. Для характеристики межфазных периодов вегетации использовали следующие показатели: среднесуточная температура воздуха (с.с.t воздуха), сумма осадков и индексы гидротермического коэффициента (ГТК). Для классификации типов увлажнения периодов вегетации использовали разработанную О.Л. Шайтановым (2018) шкалу для условий РТ (тип увлажнения межфазных периодов вегетации: ГТК 0,5 и менее – сухой; 0,6-0,7 – сильно засушливый; 0,8-0,9 – засушливый; 1,0-1,2 – слабо засушливый; 1,3-1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный).

Для проведения дисперсионного и корреляционного анализов экспериментальных данных значения содержания сырого протеина в зерне, выраженные в «%», преобразовывали в «угол-арксинус  $\sqrt{\text{процент}}$ ». Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.08, PACXH, 1999).

#### **Результаты и их обсуждение**

В условиях Предкамской зоны РТ корреляционным анализом экспериментальных данных нами выявлена достоверная на 1% уровне значимости зависимость содержания сырого протеина в зерне от гидротермических показателей межфазных периодов «всходы-колошение», «колошение-полная спелость» и периода вегетации: положительная средняя от среднесуточной температуры воздуха  $r=0,39/0,67/0,68$ ; отрицательная средняя и сильная от суммы осадков  $r=-0,55/-0,47/-0,71$  и от индекса ГТК  $r=-0,55/-0,47/-0,74$  соответственно (табл. 1). Судя по максимальному значению коэффициента детерминации, 54,8% колебаний в

содержании сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя вызывалось колебаниями индекса ГТК периода вегетации.

Таблица 1

**Содержание сырого протеина в зерне в зависимости от гидротермических показателей межфазных периодов**

Гидротермические показатели	Всходы-колошение		Колошение-полная спелость		Период вегетации	
	r	d, %	r	d, %	r	d, %
с.с.т, °С	0,39**	15,2	0,67**	44,9	0,68**	46,2
Σ осадков, мм	-0,55**	30,3	-0,47**	22,1	-0,71**	50,4
ГТК	-0,55**	30,3	-0,47**	22,1	-0,74**	54,8

Примечание: символом «\*\*» выделены значимые на 1% уровне значения, r – коэффициент корреляции;  $d=r^2$ , % – коэффициент детерминации

Анализ гидротермических показателей периода активной вегетации растений ярового ячменя за 2016-2023 гг. в условиях Предкамской зоны РТ выявил нисходящий тренд индекса ГТК (график 1).

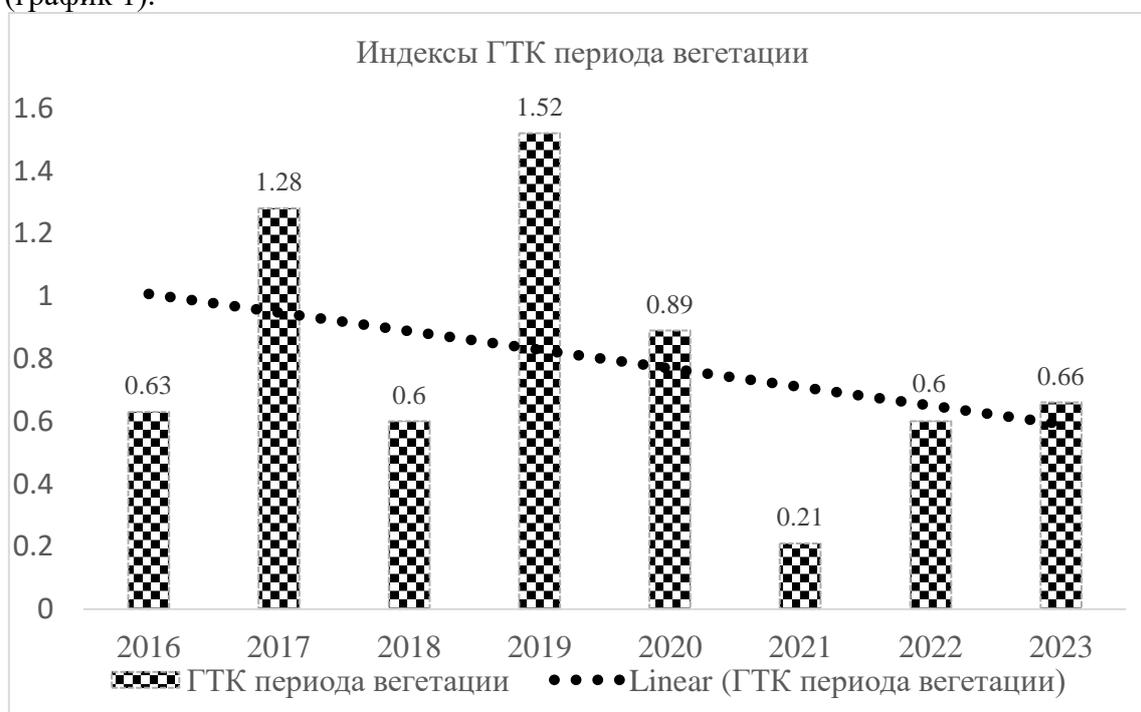


График 1. Линия тренда индекса ГТК периода вегетации растений ярового ячменя за 2016-2023 гг.

Два года (2017 и 2019) из восьми лет, периоды вегетации растений ярового ячменя характеризовались как влажные (ГТК=1,28/1,51, соответственно). Период вегетации 2021 г. характеризовался как экстремально засушливый (ГТК=0,21); 2016, 2018, 2022, 2023 гг. – как сильно засушливые (ГТК=0,63/0,60/0,60/0,66 соответственно); 2020 г. – засушливый (ГТК=0,89), (табл. 2).

За период 2016-2023 гг. среднее значение содержания сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составило 13,23%, (табл. 3). Достоверно высокое среднее сортовое значение данного показателя отмечено в 2021 г. в условиях экстремальной засухи (14,84%). Достоверно низкое значение данного показателя отмечено в 2017 г. во влажных условиях (10,92%). Средне сортовая разница в содержании сырого протеина в зерне в контрастных условиях периода вегетации составила 3,92%. Доля влияния года на содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составила 68,4%.

Таблица 2

**Гидротермические показатели межфазных периодов растений ярового ячменя,  
2016-2023 гг.**

Год	Гидротермические показатели	Всходы-колошение	Колошение-полная спелость	Период вегетации
2016	с.с.т, °С	16,2	21,8	18,7
	Σ осадков, мм	74,0	17,0	91,0
	ГТК	1,16	0,21	0,63
2017	с.с.т, °С	14,5	19,4	17,2
	Σ осадков, мм	97,8	78,5	176,3
	ГТК	2,02	0,88	1,28
2018	с.с.т, °С	15,9	22,3	18,9
	Σ осадков, мм	51,0	38,0	89,0
	ГТК	0,80	0,45	0,60
2019	с.с.т, °С	17,7	17,4	17,6
	Σ осадков, мм	50,3	185,9	236,2
	ГТК	0,68	2,27	1,52
2020	с.с.т, °С	15,3	20,2	17,9
	Σ осадков, мм	77,0	51,5	128,5
	ГТК	1,44	0,57	0,89
2021	с.с.т, °С	19,6	24,1	21,7
	Σ осадков, мм	9,0	21,5	30,5
	ГТК	0,13	0,28	0,21
2022	с.с.т, °С	16,0	21,7	19,0
	Σ осадков, мм	31,5	64,0	95,5
	ГТК	0,49	0,67	0,60
2023	с.с.т, °С	15,9	19,8	18,1
	Σ осадков, мм	52,0	75,0	101,0
	ГТК	0,89	0,83	0,66

*Примечание: тип увлажнения межфазных периодов вегетации: ГТК 0,5 и менее – сухой; 0,6-0,7 – сильно засушливый; 0,8-0,9 – засушливый; 1,0-1,2 – слабо засушливый; 1,3-1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный*

В сортовом разрезе, достоверно высокими средними значениями сырого протеина в зерне характеризовались сорта Раушан, Нур и Лаишевский (13,73;13,61;13,55%, соответственно), достоверно низким – сорт Эндан (12,63%). Коэффициент вариации, являющийся относительным показателем изменчивости, изменялся в пределах от 5,5% сорт Эндан до 17,8% сорт Нур. Реакции двух сортов с низким/высоким коэффициентами вариации содержания сырого протеина в зерне на изменение индексов ГТК периодов вегетации представлены на графиках 2 и 3. Линия тренда содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан находится на одном уровне, в то время как линия содержание сырого протеина в зерне сорта Нур находилась в восходящем тренде. Таким образом установлены межсортовые различия в реакции на изменение индексов ГТК периода вегетации.

Таблица 3

**Содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя, % на сухое вещество**

Сорт	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее	V, %	F <sub>факт.</sub>	НСР <sub>05</sub>
Камашевский	13,38	10,86	13,80	11,41	13,30	14,94	13,74	13,42	13,11±0,47	11,1	6,90	0,51
Орлан	14,69	11,30	13,30	11,55	13,90	14,70	13,63	13,76	13,35±0,45	11,8		
Раушан	14,44	10,50	14,78	11,59	13,70	15,63	14,77	14,39	13,73±0,62	15,6		
Тимерхан	14,47	10,05	14,90	12,00	13,72	15,25	13,57	13,13	13,39±0,60	15,2		
Эндан	13,35	11,50	12,54	12,76	12,11	13,50	11,88	13,42	12,63±0,27	<b>5,5</b>		
Лаишевский	14,56	11,38	13,46	12,14	14,43	14,56	12,85	15,02	13,55±0,46	13,3		
Вакула	13,19	11,39	12,50	12,51	11,88	13,75	13,08	14,05	12,79±0,31	6,5		
Тевкеч	12,94	10,00	13,70	12,10	14,00	13,38	13,97	13,31	12,93±0,47	10,3		
Нур	15,60	11,29	13,40	11,61	12,57	17,88	14,07	12,45	13,61±0,78	<b>17,8</b>		
Среднее	14,07± 0,29	10,92± 0,19	13,60± 0,27	11,96± 0,15	13,29± 0,29	14,84± 0,46	13,51± 0,27	13,66± 0,28	<b><u>13,23</u></b>			
F <sub>факт.</sub>	19,75											
НСР <sub>05</sub>	0,66											
Доля влияния года, %	68,4											

Примечание: V, % - коэффициент вариации

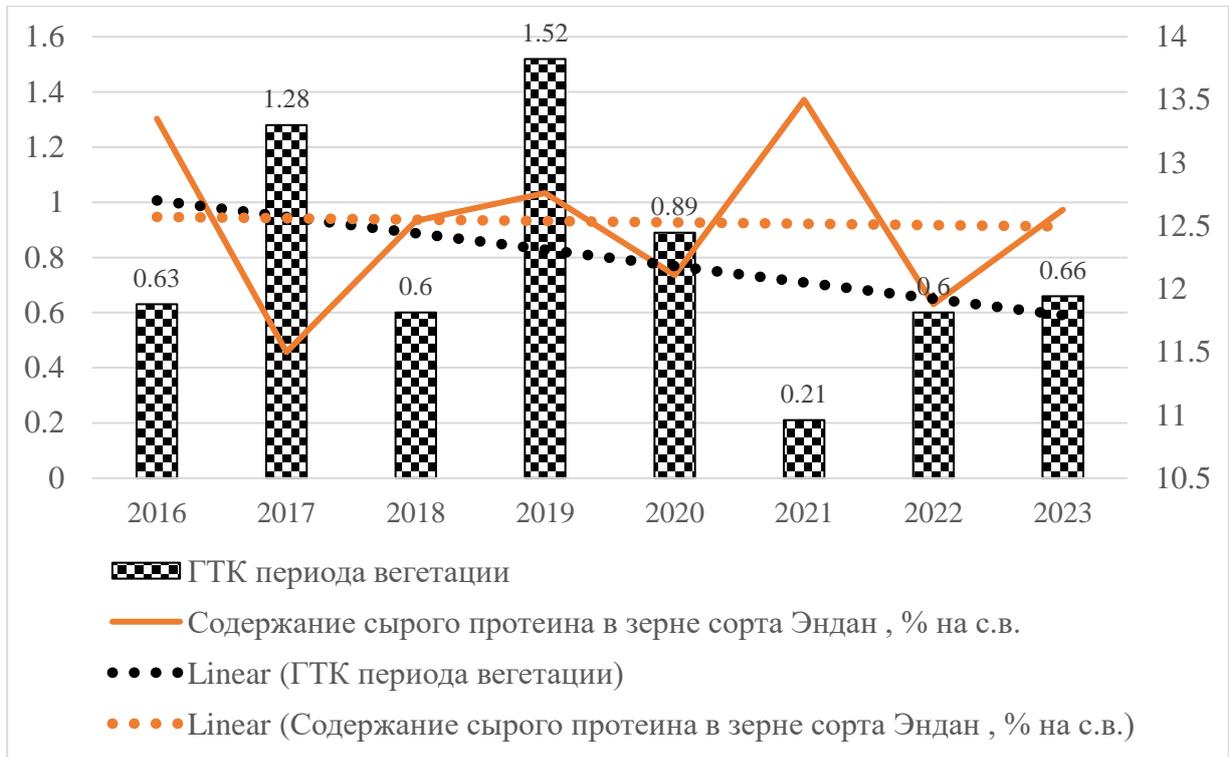


График 2. Зависимость содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан от ГТК периода вегетации

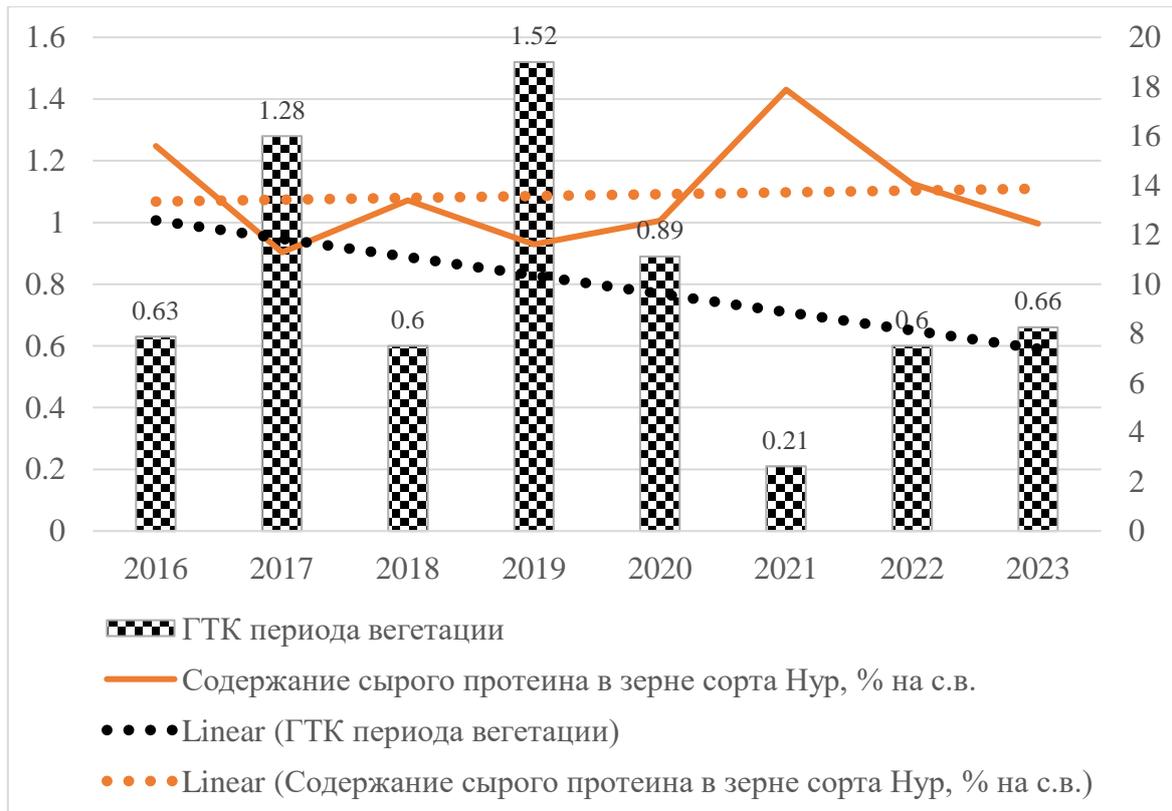


График 3. Зависимость содержания сырого протеина в зерне сорта Нур от ГТК периода вегетации

### Заключение

В условиях Предкамской зоны республики Татарстан доля влияния года на содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составила 68,4%. Судя по максимальному значению коэффициента детерминации, 54,8% колебаний в содержании сырого протеина в

зерне сортов ярового ячменя вызывалось колебаниями индекса ГТК периода вегетации. Анализ гидротермических показателей периода активной вегетации растения ярового ячменя за 2016-2023 гг. выявил нисходящий тренд индекса ГТК. Средне сортовая разница в содержании сырого протеина в зерне в контрастных условиях периода вегетации составила 3,92%. В сортовом разрезе, достоверно высокими средними значениями сырого протеина в зерне характеризовались сорта Раушан, Нур и Лаишевский (13,73/13,61/13,55% соответственно), достоверно низким – сорт Эндан (12,63%). Коэффициент вариации, являющийся относительным показателем изменчивости, изменялся в пределах от 5,5% у сорта Эндан до 17,8% у сорта Нур. Линия тренда содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан находилась на одном уровне, в то время как линия содержание сырого протеина в зерне сорта Нур находилась в восходящем тренде. Таким образом установлены межсортовые различия в реакции на изменение индексов ГТК периода вегетации.

*Работа выполнена по государственному заданию «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработке сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». № регистрации 122011800138-7.*

### Литература

1. Ганиева И.С., Блохин В.И., Сержанов И. М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 1 (52). – С. 17-21. DOI: 10.12737/article\_5ccedb791c96f2.14695900
2. Левакова О.В., Ерошенко Л.М. Высокобелковые сорта и перспективные линии ярового ячменя // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 6. – С. 23-25. DOI:10.30850/vrsn/2019/6/23-25
3. Гаврилова А.Ю., Конова А. М., Самсонова Н.Е. Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на формирование урожайности и качества зерна пивоваренного ячменя в Центральном Нечерноземье // Агрехимия. – 2020. – №9. – С. 24-31. DOI: 10.31857/S0002188120090069
4. Noskova E.N., Lisitsyn E.M., Shchennikova I.N., Svetlakova E.V. Top-dressing treatment of spring barley to modify its quality // Foods and Raw Materials. 2023.Vol. 11. Nu 1. pp. 106-115. DOI:10.21603/2308-4057-2023-1-562
5. Stupar V., Paunović A., Madić M., Knežević D., Đurović D. Influence of genotype, nitrogen fertilisation and weather conditions on yield variability and grain quality in spring malting barley. Journal of Central European Agriculture. 2021. V. 22. Nu 1. pp. 86-95. DOI:10.5513/JCEA01/22.1.2858
6. Кузикеев Ж.В., Борадуллина В.А., Мусалитин Г.М., Кузикеева А.П. Формирование продуктивности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от норм высева и уровня азотного питания в лесостепи Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 3. – С. 74-78. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_3\_74
7. Дедушев И.А., Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко И.А., Ромахина В.В., Болдырев М.А. Влияние азотного минерального питания на содержание белка в зерне сортов ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка» // Аграрная Россия. – 2023. – № 9. – С. 20-24. DOI:10.30906/1999-5636-2023-9-20-24
8. Шайтанов О.Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 102-112. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-112.
9. Юсова О.А., Николаев П.Н. Селекция ярового ячменя на высокое качество зерна // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 1 (33). – С. 148-157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562
10. Батакова О.Б., Корелина В.А., Зобнина И.В. Оценка селекционного материала ячменя ярового на продуктивность и содержание белка в зерне // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2 (62). – С. 43-49. DOI:10.18268/1816-4501-2023-2-43-49
11. Юсова О.А., Николаев П.Н., Паршуткин Ю.Ю., Юсов В.С. Изменения хозяйственно-ценных признаков яровых зерновых культур в зависимости от условий возделывания // Агробиотика. – 2021. – № 1. – С. 26-32. DOI: 10.25695/AGRPH.2021.01.05

12. Парамонов А.В., Федюшкин А.В., Целуйко О.А. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зерна ярового ячменя в приазовской зоне Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 2(38). – С. 151-162. DOI:10.31774/2222-1816-2020-2-151-162
13. Зайцева И.Ю., Щенникова И.Н., Панихина Л.В., Дягилева Е.В. Адаптивность высокобелковых генотипов ячменя в условиях Волго-Вятского региона // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. – 183. – № 4. – С. 30-38. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-30-38
14. Зюба С.Н. Условия выращивания и кормовая продуктивность ярового ячменя // Земледелие. – 2021. – № 4. – С. 47-48.

#### References

1. Ganiyeva I.S., Blokhin V.I., Serzhanov I.M. Comparative evaluation of spring barley varieties for protein quantity and quality // Vestnik Kazanskogo GAU. 2019, no. 1(52), pp.17-21. DOI: 10.12737/article\_5cced791c96f2.14695900 (In Russ.)
2. Levakova O.V., Yeroshenko L.M. High-protein varieties and promising lines of spring barley // Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy Nauki. 2019. no. 6, pp. 23-25. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/23-25 (In Russ.)
3. Gavrilova A.YU., Konova A. M., Samsonova N.Ye. Influence of doses and combinations of mineral fertilizers on the formation of yield and quality of malting barley grain in the Central Non-Black Earth Region // Agrokhimiya. 2020, no. 9, pp. 24-31. DOI: 10.31857/S0002188120090069 (In Russ.)
4. Noskova E.N., Lisitsyn E.M., Shchennikova I.N., Svetlakova E.V. Top-dressing treatment of spring barley to modify its quality // Foods and Raw Materials. 2023. Vol. 11. no. 1, pp. 106-115. DOI:10.21603/2308-4057-2023-1-562
5. Stupar V., Paunović A., Madić M., Knežević D., Đurović D. Influence of genotype, nitrogen fertilisation and weather conditions on yield variability and grain quality in spring malting barley. Journal of Central European Agriculture. 2021. Vol. 22. no. 1, pp. 86-95. DOI:10.5513/JCEA01/22.1.2858
6. Kuzikeyev ZH.V., Boradullina V.A., Musalitin G.M., Kuzikeyeva A.P. Formation of productivity and grain quality of spring barley varieties depending on seeding rates and level of nitrogen nutrition in the forest-steppe of Altai Krai // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. Vol. 36, no. 3, pp. 74-78. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_3\_74 (In Russ.)
7. Dedushev I.A., Yeroshenko L.M., Romakhin M.M., Yeroshenko I.A., Romakhina V.V., Boldyrev M.A. The influence of nitrogen mineral nutrition on the protein content in grain of barley varieties bred by the Federal Research Center "Nemchinovka" // Agrarnaya Rossiya, 2023, no. 9, pp. 20-24. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-9-20-24 (In Russ.)
8. Shaytanov O.L., Nizamov R.M., Zakharova Ye.I. Assessment of global warming in Tatarstan // Zernobovyye i krupyanyye kul'tury. 2021. no. 4 (40), pp, 102-112. DOI: 10.24412/2309-348X2021-4-102-112. (In Russ.)
9. Yusova O.A., Nikolayev P.N. Breeding of spring barley for high grain quality // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. 2023. no. 1 (33), pp. 148-157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562
10. Batakova O.B., Korelina V.A., Zobnina I.V. Assessment of spring barley breeding material for productivity and protein content in grain // Vestnik Ul'yanovskoy Gosudarstvennoy Sel'skokhozyaystvennoy Akademii. 2023, no. 2 (62), pp. 43-49. DOI: 10.18268/1816-4501-2023-2-43-49 (In Russ.)
11. Yusova O.A., Nikolayev P.N., Parshutkin Yu.Yu., Yusov V.S. Changes in economically valuable traits of spring grain crops depending on cultivation conditions // Agrofizika. 2021. no. 1, pp. 26-32. DOI: 10.25695/AGRF.2021.01.05 (In Russ.)
12. Paramonov A.V., Feduyshkin A.V., Tseluyko O.A. The influence of meteorological conditions on the yield and grain quality of spring barley in the Azov zone of the Rostov region // Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii. 2020, no. 2 (38), pp. 151-162. DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-151-162 (In Russ.)
13. Zaytseva I.YU., Shchennikova I.N., Panikhina L.V., Dyagileva Ye.V. Adaptability of high-protein barley genotypes in the Volga-Vyatka region // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. 2022. Vol. 183, no. 4, pp. 30-38. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-30-38. (In Russ.)
14. Zyuba S.N. Growing conditions and feed productivity of spring barley // Zemledeliye. 2021, no. 4, pp. 47-48. (In Russ.)